

INCÊNDIOS FLORESTAIS: DIAGNÓSTICO E EVOLUÇÕES IMPLEMENTADAS PARA COMBATE, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

*Felipe Patrício das Neves*¹

<https://orcid.org/0000-0001-5393-6521>

*Raphael Nardoto Barboza*²

<https://orcid.org/0000-0001-9304-1378>

*Eduardo Rodrigo Simões*³

<https://orcid.org/0009-0000-1559-6714>

*Nilson Clementino Ferreira*⁴

<https://orcid.org/0000-0003-3419-6438>

RESUMO

Os incêndios florestais, cada vez mais frequentes em várias regiões do planeta, são capazes de provocar inúmeros danos à sociedade e ao meio ambiente. Nesse contexto, diagnósticos e ações estratégicas de resposta são muito importantes, devido à escassez de recursos financeiros, humanos e logísticos. Assim, este estudo objetivou analisar a dinâmica dos incêndios florestais na área de atuação do 2º Batalhão de Bombeiros Militar, no Estado do Espírito Santo, entre 2015 e 2019, a fim de subsidiar estratégias de enfrentamento adequadas. Buscou-se também descrever avanços implementados nas ações de respostas em veículos e equipamentos, abordando-se quesitos importantes como peso, manobrabilidade, alcance, consumo d'água e operadores necessários. Para isso, foram utilizados dados do Centro Integrado Operacional e Defesa Social e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o software de geoprocessamento QGIS na elaboração de mapas, e, por fim, especificações técnicas. Com 2.364 ocorrências, os municípios mais atendidos foram Linhares 1.028(43,5%), Nova Venécia 529(22,4%) e Barra de São Francisco 293(12,4%), tendo como período crítico anual entre agosto e outubro (39,7%). De registros por satélite, foram 758 focos de calor, destacando-se os municípios de Linhares 364(48,28%), Ecoporanga 58(7,69%) e Nova Venécia 51(6,76%). Posteriormente, discutiram-se os progressos obtidos nos veículos de combate, a partir do Auto Bomba Tanque Salvamento, seguido pelas caminhonetes equipadas com o kit florestal e o Auto Bomba Tanque Florestal, enfatizando principalmente as vantagens e desvantagens nas operações. Portanto, informações relevantes foram obtidas neste estudo visando subsidiar estratégias de gestão otimizadas de respostas a tais desastres, cada vez mais frequentes no Estado.

Palavras-chave: Controle de incêndios; Gestão florestal; Sustentabilidade.

¹Doutor em Ciências Florestais/UFES. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo. Rua Ten Mário Francisco de Brito, 100, Enseada do Suá, Vitória, Espírito Santo. CEP 29050-555. E-mail: felipe.patricio@bombeiros.es.gov.br

²Especialista em Combate aos Incêndios Florestais - Universidade Federal do Goiás; e; Gestão e Proteção e Defesa Civil/Fundação João Pinheiro. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo. Rua Ten Mário Francisco de Brito, 100, Enseada do Suá, Vitória, Espírito Santo. CEP 29050-555. E-mail: raphael.barboza@bombeiros.es.gov.br

³Especialista em Combate aos Incêndios Florestais - Universidade Federal do Goiás; e; Proteção e Defesa Civil /UFJF. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Rodovia Papa João Paulo II, 4143, 5º andar do Edifício Minas - Cidade Administrativa. Serra Verde. CEP 31630-901. Belo Horizonte/Minas Gerais. E-mail: eduardo.simoese@bombeiros.mg.gov.br

⁴Doutor em Ciências Ambientais. Universidade Federal de Goiás – UFG. Escola de Engenharia Civil e Ambiental/UFG, Bloco A, Térreo, Goiás. CEP: 74605-220. E-mail: nilson.ferreira@ufg.br

FOREST FIRES: DIAGNOSIS AND EVOLUTIONS IMPLEMENTED FOR FIGHTING, ESPÍRITO SANTO, BRAZIL

ABSTRACT

Forest fires, increasingly frequent in various regions of the planet, are capable of causing countless damages to society and the environment. In this context, diagnoses and strategic response actions are very important, due to the scarcity of financial, human and logistical resources. Thus, this study aimed to analyze the dynamics of Forest fires in the area of activity of the 2nd Military Firefighter Battalion, in the State of Espírito Santo, between 2015 and 2019, in order to support appropriate coping strategies. We also sought to describe the advances implemented in response actions in vehicles and equipment, addressing important issues such as weight, maneuverability, range, water consumption and necessary operators. For this, data from the Integrated Operational and Social Defense Center and the National Institute for Space Research were used, the QGIS geoprocessing software was used to prepare maps, and, finally, technical specifications. With 2,364 occurrences, the most attended municipalities were Linhares 1,028 (43.5%), Nova Venécia 529 (22.4%) and Barra de São Francisco 293 (12.4%), with the annual critical period being between August and October (39.7%). Froms at elite records, there were 758 hot spots, highlighting the municipalities of Linhares 364 (48.28%), Ecoporanga 58 (7.69%) and Nova Venécia 51 (6.76%). Subsequently, the progress made in combat vehicles was discussed, starting with the Auto Bomba Tanque Salvamento, followed by the trucks equipped with the forestry kit and the Auto Bomba Tanque Florestal, emphasizing mainly the advantages and disadvantages in operations. Therefore, relevant information was obtained in this study with the aim of supporting optimized management strategies for responding to such disasters, which are increasingly frequent in the State.

Keywords: Firecontrol; Forest management; Sustainability.

Artigo Recebido em 03/04/2025

Aceito em 26/09/2025

Publicado em 08/10/2025

1. INTRODUÇÃO

Devido à frequência e às inúmeras consequências danosas dos incêndios florestais registrados nos últimos anos, tais fenômenos têm trazido bastante preocupação em várias regiões pelo mundo (Neves *et al.*, 2021). Isso porque, devido às mudanças climáticas, os incêndios florestais têm sido cada vez mais frequentes (Bao *et al.*, 2015), principalmente devido aos aumentos de temperaturas e períodos de estiagem (Kelly; Brotons, 2017). Cumpre destacar que em longos períodos de estiagem, devido à escassez hídrica, equipamentos e tecnologias eficazes no combate a incêndios florestais tornam-se ainda mais relevantes (Canzian *et al.*, 2016; Fiedler *et al.*, 2015). E, devido aos altos custos nas ações de resposta e as grandes áreas afetadas, buscas por meios economicamente viáveis de combate aos incêndios florestais têm sido cada vez mais desafiadoras, especialmente pelo uso racional da água nos combates.

Por definição, os incêndios florestais são considerados como qualquer ocorrência de fogo descontrolado na vegetação, de origem antrópica ou não (Eugenio *et al.*, 2016; Fiedler *et al.*, 2019; Fonseca; Ribeiro, 2003; Mota *et al.*, 2019; Tebaldi, *et al.*, 2012; Tetto *et al.*, 2015; Vélez, 2000). Geralmente, os incêndios florestais resultam em muitos danos em todas as partes do planeta, e isso tem se intensificado nos últimos anos (Brun *et al.*, 2017; Gobbo *et al.*, 2016). As maiores médias por ano tanto em número quanto em áreas atingidas no continente, por incêndios florestais, encontram-se na América do Sul (Silva *et al.*, 2018). Inclusive, nas últimas décadas o número de focos de incêndios aumentou significativamente no Brasil (Oliveira Júnior *et al.*, 2017).

Além disso, incêndios florestais causam elevação da temperatura do solo e reduzem seus nutrientes, provocam erosão, alteram o microclima, reduzem do teor de matéria orgânica e acidez do solo. Comprometem também a qualidade da água, prejudicam a flora, a fauna, provocam impactos na agricultura, bem como

provocam prejuízos à população (Fiedler; Rodrigues; Medeiros, 2006; Guimarães *et al.*, 2014; Herawati; Santoso, 2011; Soares; Batista, 2007).

Nesse contexto, nota-se a necessidade de ações eficazes de análise, prevenção e combate a incêndios florestais, sendo muito importantes estudos de diagnóstico do perfil de incêndios (Torres *et al.*, 2017a). Com poucas pesquisas e dados, corre-se o risco de se realizar altos investimentos com ações de prevenção, acima do potencial de dano; assim como investimentos pequenos, expondo a sobrevivência de florestais, se dimensionados abaixo do potencial do dano de tais incêndios (Rodríguez *et al.*, 2013). Utilizando-se os recursos disponíveis de forma correta propicia melhores resultados, e, conseqüentemente menos gastos (Canzian *et al.*, 2018).

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo diagnosticar e analisar a dinâmica dos incêndios florestais por meio do georreferenciamento da série histórica de atendimentos e registros de incêndio por satélite, na área de atuação do 2º Batalhão de Bombeiros Militar, sediado em Linhares, Espírito Santo; bem como apresentar a evolução de recursos implementados para resposta a tais desastres, como veículos e equipamentos operacionais do Corpo de Bombeiros Militar Estadual, empregados para maior eficiência e qualidade nas suas ações, otimizando o emprego de água no combate.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INCÊNDIOS FLORESTAIS

Nas últimas décadas, um grande número de queimadas e incêndios florestais tem sido registrados em várias regiões do planeta (Pyne, 2020), resultando em maiores extensões de áreas atingidas (Eugenio *et al.*, 2016b). E inúmeros são os problemas ocasionados por tais incêndios, como a degradação da vegetação, impactos à biodiversidade, prejuízos financeiros e até mesmo a perda de vidas. São considerados a principal causa da desertificação de áreas, tendo impacto desastroso nos ecossistemas florestais e agrícolas (Peruzzi;

Pozzebon; Van Der Meer, 2023). Observam-se problemas tanto em escalas regionais, como para saúde humana, quanto em escalas globais, como a emissão de carbono para a atmosfera, comprometendo inclusive o clima de todo o planeta (Herawati; Santoso, 2011).

Mundialmente, as estatísticas em relação aos incêndios florestais, e de seus impactos negativos ainda estão longe de serem definidas com precisão, em função da fragilidade ou mesmo ausência dos registros das ocorrências desses incêndios (CTIF - International Association of Fire and Rescue Services, 2017). Todavia, vários países têm investido em prevenção, proteção e investigação de incêndios, como na Austrália, Estados Unidos da América, entre outros (Mainardes; Cerqueira; Vassoler, 2016). Nesse contexto, pesquisas na área de gestão dos incêndios florestais são muito importantes, já que, de maneira geral, os recursos públicos precisam ser otimizados, em função de dificuldades orçamentárias governamentais. Nesse sentido, para Pereira *et al.* (2012), bem como Torres *et al.* (2017), contar com dados históricos e um bom índice de previsão facilitam a construção de políticas voltadas para a quantificação e distribuição dos recursos de prevenção, visando à redução de perdas e, assim também de prejuízos ambientais e financeiros.

Conceitualmente, incêndio florestal é todo fogo sem controle que incide sobre qualquer tipo de vegetação, por fontes naturais ou por negligência humana (Anderson *et al.*, 2005). Conforme Soares, Batista e Nunes (2008), define-se incêndio florestal como uma reação química de combustão não controlada, que se propaga livremente, consumindo os combustíveis naturais de uma determinada floresta. Para que um incêndio ocorra, necessita-se da presença simultânea de oxigênio combustível e a fonte de calor (Marques *et al.*, 2011). É também definido como todo fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo ser tanto provocado pelo homem (intencional ou por negligência) ou por fonte natural (raio, por exemplo) (Lemos *et al.*, 2010; Eugenio *et al.*, 2016; Fiedler

et al., 2019; Fonseca; Ribeiro, 2003; Mota *et al.*, 2019; Tebaldi *et al.*, 2012; Tetto *et al.*, 2015; Vélez, 2000).

Além disso, incêndios florestais são consequências de processos de combustão na floresta. Considera-se que a vegetação se ofereça como o combustível necessário para que o fogo e, posteriormente, o incêndio ocorra e se propague. Sendo assim, troncos, galhos e folhas possuem celulose que, em função da queima, liberam gás carbônico (CO₂) e vapor d'água na forma de fumaça (Sant'anna; Fiedler; Minette, 2007). Os trabalhos de combate a tais incêndios são desgastantes, agravado ainda se as condições de trabalho forem precárias, comprometendo os níveis de saúde, segurança, satisfação e bem-estar do trabalhador (Fiedler; Rodrigues; Medeiros, 2006).

De acordo com Gobbo *et al.* (2016), os incêndios florestais são realidade no mundo todo, são complexos e difíceis de serem combatidos, devido às peculiaridades de cada região que atingem. A ação antrópica é a principal responsável pela maioria dos incêndios florestais. E, de maneira geral, uma das principais dificuldades para o seu controle está na disponibilidade de água nas proximidades dos incêndios (Canzian *et al.*, 2018), destacando a importância da avaliação da vulnerabilidade das vegetações e preparação para períodos de estiagem e incidência de novos incêndios florestais.

2.2 GESTÃO E COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ESPÍRITO SANTO

Estão previstas nas Constituições Federal e Estadual as atribuições de responsabilidade do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo (CBMES). Conforme Brasil (1988), na CF de 1988, Art. 144, parágrafo 5º: “[...] aos Corpos de Bombeiros Militares, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de Defesa Civil”, prevê-se desde então a competência para realizar o combate a incêndios florestais. Já, de acordo com Espírito Santo

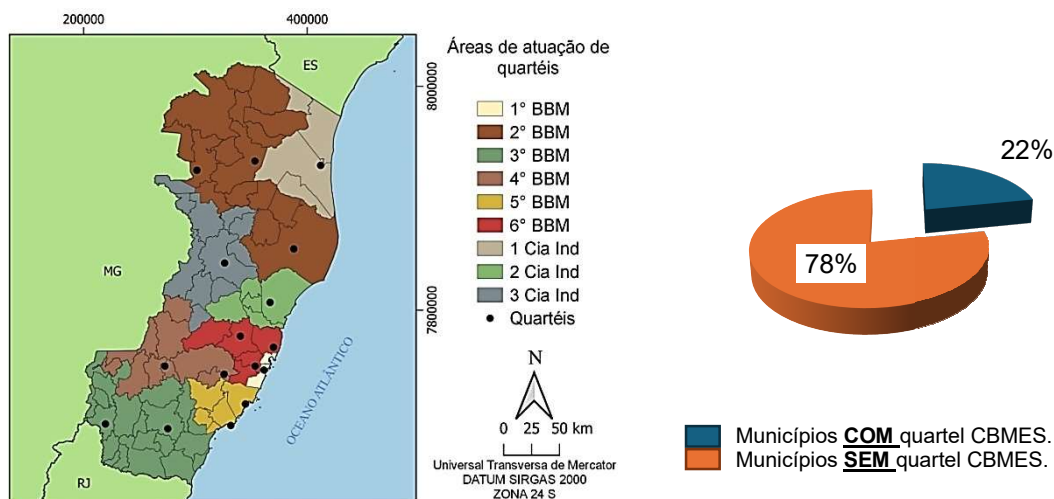
(1989), com a nova redação da Emenda Constitucional nº12, de 20 de agosto de 1997, em seu Capítulo III – Da Segurança Pública, da Constituição Estadual, prevê-se:

Art. 130 – À Polícia Militar compete, com exclusividade, a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública, e ao Corpo de Bombeiros Militar compete a coordenação e a execução de ações de defesa civil, **prevenção e combate a incêndios**, perícia de incêndios e explosões e locais de sinistros, busca e salvamento, controle de tráfego de embarcações próximas às praias, rios e lagoas, elaboração de normas relativas à segurança das pessoas e dos seus bens contra incêndios e pânico e outras previstas em lei, no Estado do Espírito Santo. **(grifo nosso)**

Dessa forma, compete ao CBMES o serviço de prevenção e combate a incêndios de maneira geral, inclusive florestal, exigindo que a Instituição seja adequadamente capaz de gerir e atuar nos momentos que for demandada. Conforme CBMES (2020), a Corporação possuía à época do registro dos dados 17(dezessete) unidades operacionais distribuídas no Estado, vinculadas a batalhões e companhias independentes (Figura 1a), atendendo aos 78 (setenta e oito) municípios, possuindo, portanto, quartéis em cerca de 22% dos municípios (Figura 1b).

Figura 1 - Áreas de atuação de batalhões e companhias independentes e percentual de municípios atendidos

- a) Áreas atendidas por quartéis e sedes de unidades atendidos b) Percentual de municípios atendidos



Fonte: Adaptado de Neves (2022).

Conforme Figura 1, as unidades operacionais do CBMES classificam-se basicamente em Batalhões (BBM), Companhias Independentes (Cia Indep.), Companhias subordinadas a batalhão (Cia/BBM), e Postos Avançados de Bombeiros (PAB). De acordo com suas respectivas áreas jurisdicionais, as unidades estão representadas por cores distintas.

O Corpo de Bombeiros, para promover ações de resposta aos incêndios florestais, bem como às demais emergenciais previstas em seu rol de competências legais, dispõe de recursos humanos e logísticos (viaturas e equipamentos) distribuídos por suas unidades mencionadas anteriormente. Essa distribuição se dá basicamente à importância econômica dos municípios, bem como a concentração populacional ao longo da história do Estado, dentre outros fatores, seguindo políticas corporativas de expansão. Assim, os bombeiros militares, em sua grande maioria, encontram-se na Região Metropolitana da

Grande Vitória (RMGV), obviamente devido à maior relevância econômica e concentração populacional no Estado. Da mesma maneira, nota-se uma diferença numérica de recursos entre regiões no Estado, sendo eventualmente estratégia da Corporação a compensação temporária do *déficit* de algumas unidades com o reforço logístico e pessoal durante períodos específicos, como estiagens prolongadas com maior incidência de incêndios e chuvas intensas em determinadas regiões.

De maneira geral, pesquisas que contribuam para a construção de estratégias de melhor atendimento à sociedade são muito importantes, analisando a viabilidade ações como a realocação de veículos combate a incêndio e pessoal para regiões de maior demanda, otimizando os trabalhos de prevenção/combate, e reduzindo despesas públicas.

2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Para Lorenzon *et al.* (2018), anualmente novas tecnologias são desenvolvidas principalmente nos locais mais castigados pelos incêndios florestais de alta intensidade, como por exemplo Austrália, Estados Unidos, Canadá, entre outros. Os incêndios florestais são responsáveis por prejuízos de milhões de dólares anualmente, prejudicando inclusive a fauna e flora das localidades atingidas. Daí, torna-se fundamental desenvolver novas tecnologias que busquem mitigar tais danos.

Utilizando-se por exemplo o Sistema de Informações Geográficas (SIG) é possível elaborar diversos tipos de mapas para gestão na área de incêndios florestais, como os de calor, combustibilidade, temperatura, dentre outros. Esses mapas podem caracterizar individual ou coletivamente o perigo ou risco de incêndios florestais na área desejada (Lorenzon *et al.*, 2018). Para Eugenio *et al.* (2011), a utilização da geotecnologia de SIG simplifica a produção de mapas de

áreas a serem protegidas pelos órgãos responsáveis. Sendo assim, tais ferramentas tornaram-se instrumentos de extrema relevância para o planejamento de ações de prevenção e respostas. Dessa forma, caso ações prévias sejam adotadas em áreas consideradas críticas, pode-se obter a diminuição do número de incêndios e áreas queimadas a curto ou longo prazo (Cipriani *et al.*, 2011; Ribeiro; Soares; Beppler, 2012; Tetto; Batista; Soares, 2012; White *et al.*, 2016).

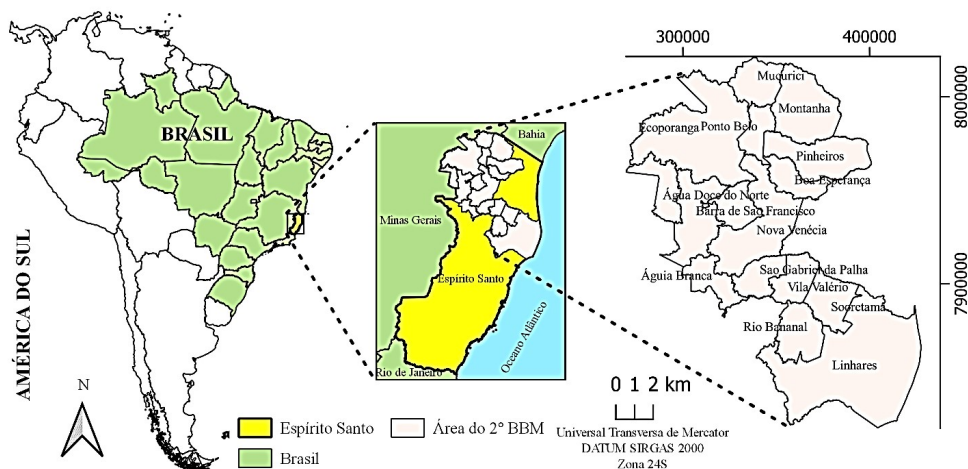
Utilizando-se softwares de SIG, como o QGIS, de acesso livre, é possível elaborar mapas para representar áreas de interesse, como os mapas temáticos, ou também chamados coropléticos, diferenciando-se por gradação de cores áreas conforme dados setorizados, para decisões estratégicas. As informações são representadas de forma uniforme até os limites de cada setor, sem necessidade ainda do georreferenciamento de dados (Sluter; Ilescheck; Bravo, 2011), além de mapas de calor, chamados também de Kernel, que representam a densidade de registros em uma determinada área do mapa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende 16 municípios, no estado do Espírito Santo, região Sudeste do Brasil (19°23'28" a 19°41'12" de latitude Sul, e 40°4'20" a 41°11'3" de longitude Oeste de Greenwich, área total de 15.422 km²), jurisdição do 2° Batalhão de Bombeiros Militar, conforme figura 2.

Figura 2 - Área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3.2 BANCO DE DADOS

Foram utilizados dados de ocorrências reais atendidas por profissionais do CBMES entre 2015 e 2019, registrados no Centro Integrado Operacional e Defesa Social (CIODES). Utilizou-se também dados de focos de incêndios registrados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em seu portal BDQueimadas, adotando-se o satélite de referência AQUA M-T. Além disso, foi utilizado para a elaboração dos mapas arquivos vetoriais do banco de dados do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do estado do Espírito Santo (GEOBASES).

3.3 METODOLOGIA

Conforme Figura3, o presente estudo utilizou como fonte de dados a série histórica de atendimentos a incêndios florestais registrados no CIODES, os incêndios florestais registrados pelo satélite de referência do INPE, além de arquivos vetoriais do sistema GEOBASES. Utilizando o software de geoprocessamento QGIS, informações foram processadas para obtenção de mapas e construção de gráficos, e assim fossem utilizadas para tomada de decisão de distribuição de recursos, seja na aquisição de novos veículos, equipamentos, mobilização de recursos humanos, entre outras ações.

Figura 3 - Fluxograma



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3.3.1 Mapas

Utilizando o software de geoprocessamento QGIS, de acesso livre e baseado em Sistema de Informação Geográfica (SIG) (TURCHETTO *et al.*, 2014), foram elaborados mapas temáticos, com representação coroplética (por gradação de cores), e mapa de calor do tipo *hot spot* (por interpolação Kernel), para análise geográfica e estudo da dinâmica dos incêndios na área de estudo, de forma a representar os locais mais impactados, que, em tese, poderiam ser priorizados em investimentos, ações preventivas, fiscalizatórias e também reforço logístico.

Assim, de início foram elaborados mapas temáticos, relacionando o número de atendimentos e registro de incêndios no INPE por município a uma gradação de cores, conforme legenda. Nesse mapa, destacam-se as diferenças regionais, representando municípios de maior ou menor incidência do fenômeno. As informações são representadas como se fossem uniformemente distribuídas até os limites de cada polígono, ainda não sendo necessário o georreferenciamento de dados (Sluter; Ilescheck; Bravo, 2011). Em seguida, a aplicação MMQGIS foi utilizada para obter coordenadas geográficas dos pontos (latitude e longitude) de parte da base de dados. Nessa fase, os endereços postais são efetivamente georreferenciados (Alexandre *et al.*, 2020). Em seguida, são criados arquivos vetoriais de pontos, e aplicada a ferramenta interpoladora

Mapa de Calor (*KernelDensityEstimation*), para construção do mapa de densidade *hot spot*. Tais imagens são produtos da aplicação de uma técnica de geoprocessamento, baseada no cálculo da densidade de Kernel (Beato; Assunção, 2008; Camargo; Fucks; Câmara, 2005; Silverman, 1986) bastante utilizada em diversos estudos pelo mundo (Koutsias; Balatsos; Kalabokidis, 2014; Zhang *et al.*, 2017). As manchas evidenciam o grau de concentração do evento (neste caso os incêndios florestais), ou seja, a aglomeração de fenômenos (Sant'ana; Carvalho; Jesus, 2016), bem como o raio de influência na região de estudo. Obtém-se arquivo raster, representando a soma do alinhamento de outras n matrizes circulares, para cada ponto de entrada, de acordo com a fórmula 1. Os valores são interpolados e centrados por célula, com base na a função simétrica estabelecida, e de acordo com os pontos do raio de influência até o centro de cada célula (Barbosa *et al.*, 2014).

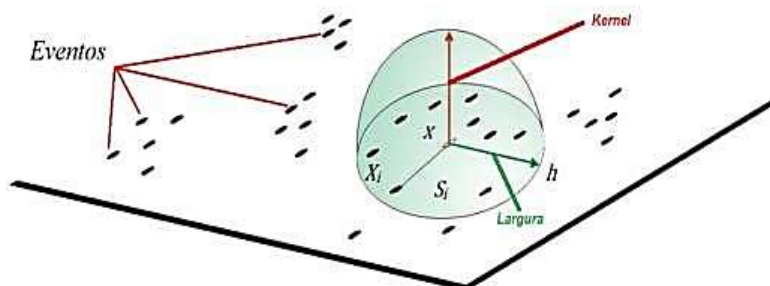
$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{n=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) \quad (1)$$

Onde:

K = função kernel; h = raio de pesquisa; x = posição do centro de cada célula; X_i = posição do ponto i até o centroide de cada polígono; e n = número total de incêndios florestais.

Conforme Figura 4 a seguir, as manchas que se destacam no mapa de calor, variando entre as cores azul e vermelha, representam a densidade de incêndios florestais, de acordo com seu raio de influência na região (Neves; Fiedler; Canzian, 2021).

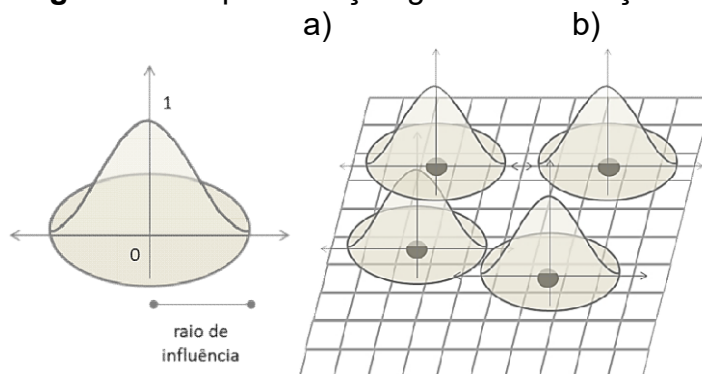
Figura 4- Raio de influência da Função de Kernel e variáveis.



Fonte: Oliveira, Brito e Oliveira (2019)

O raio de influência é representado por uma função matemática de Kernel, geralmente do tipo gaussiana, conforme Figuras 5a e Figura 5b, que representam (a) a função e (b) as áreas de sobreposição de mais de um ponto e suas respectivas áreas de influência.

Figura 5 – Representação gráfica das funções.



Fonte: Almeida (2020)

Legenda: a) Função Kernel do tipo Gauss e b) Áreas de influência de pontos

3.3.2 Veículos e equipamentos

Nesta etapa, três veículos operacionais utilizados na Corporação serão comparados, de forma a evidenciar os progressos que têm sido obtidos em busca de maior eficiência e eficácia no combate a incêndios: O caminhão Auto Bomba Tanque Salvamento (ABTS), a caminhonete Auto Utilitário (AU) equipado com kit florestal (reservatório d'água, bomba e mangotinhos) e o Auto Bomba Tanque Florestal (ABTF). Parâmetros utilizados encontram-se no quadro 1:

Quadro 1- Critérios avaliados

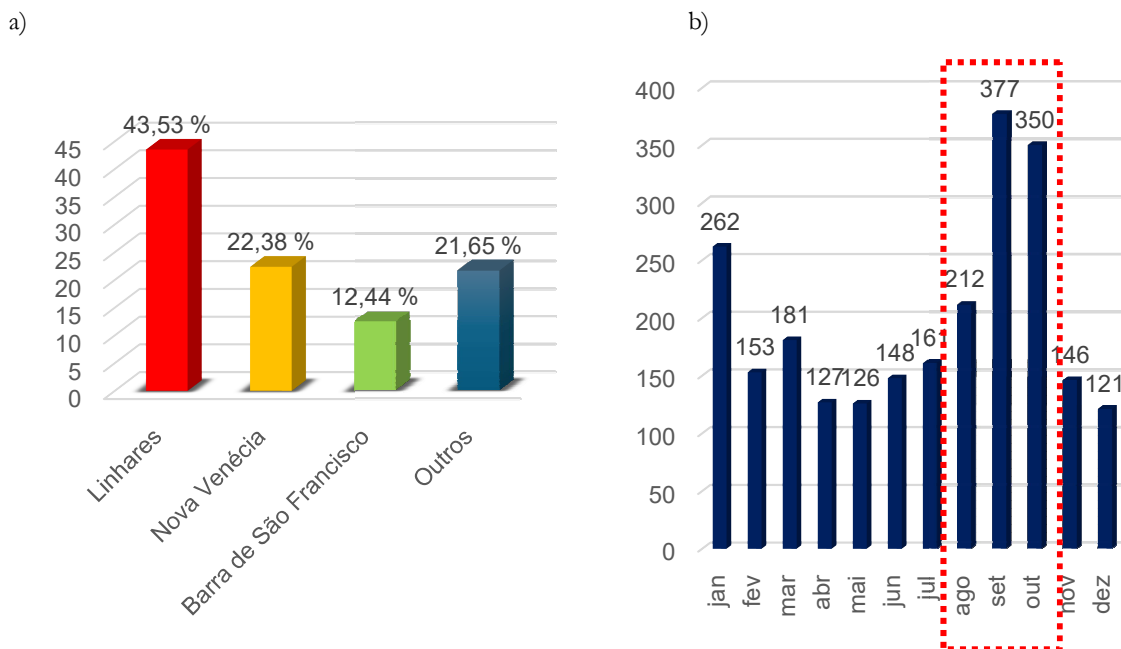
Item	Critério	Descrição
1	Peso total dos veículos	Por trafegarem por pisos muitas vezes não pavimentados e acidentados, com baixa resistência
2	Maneabilidade	Pela necessidade de maior mobilidade e otimização de recursos humanos (peso da linha)
3	Alcance de 100 metros	Considerada neste estudo como medida base para atuações, sem que haja prejuízo de pressão e vazão para um combate eficiente
4	Consumo de água	Em função de sua escassez ao longo dos anos (sustentabilidade)
5	Número de operadores	Capazes de operar uma linha de 100 m (linha adotada no estudo)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme dados obtidos na base de dados do CIODES, foram registrados entre os anos de 2015 e 2019 um total de 2.364 atendimentos relacionados a combate a incêndios florestais na região de estudo, destacando-se como municípios de maior demanda Linhares 1028(43,5%), Nova Venécia 529(22,4%) e Barra de São Francisco 293(12,4%), conforme Figura 6a. Além disso, o período de maior criticidade correspondeu às estações de inverno/primavera, entre os meses agosto a outubro, registrando 939, ou seja, 39,7% dos atendimentos, conforme Figura 6b. Da mesma forma, pesquisas como a Soares, Batista e Tetto (2017)apontam que o período crítico no Brasil estende-se de junho/julho a outubro/novembro, sem diferença praticamente entre as regiões no país, contribuindo para a validação dos resultados obtidos nesta pesquisa.

Figura 6 – Gráficos elaborados conforme dados do CIODES

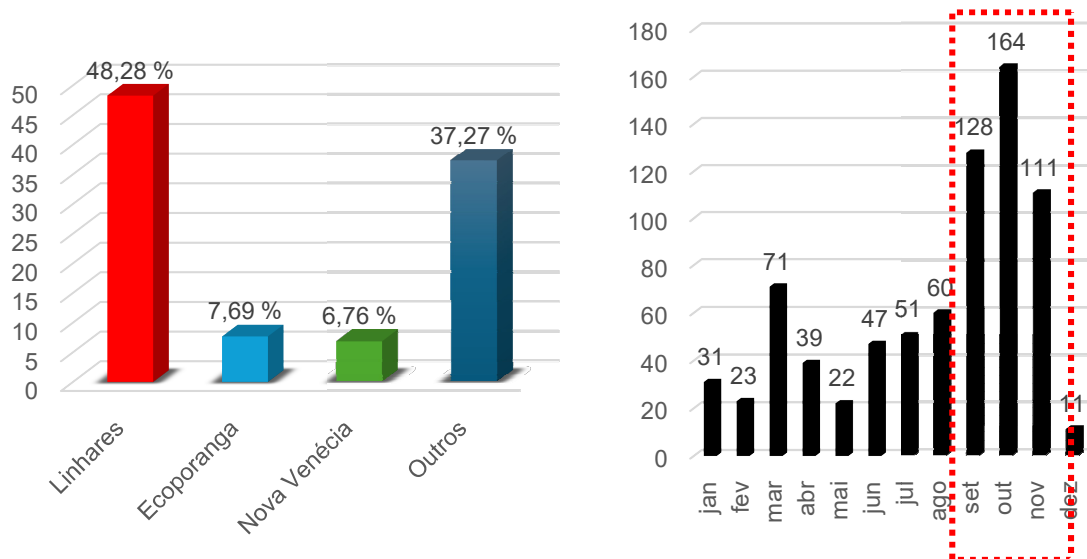


Fonte: Elaborados pelos autores(2024).

Legenda: a) Municípios mais impactados e b) atendimentos realizados por mês conforme dados do CIODES

Baseado nos dados do INPE, registraram-se 758 focos de calor na região do estudo e período analisado. Os municípios de maior número de registros foram Linhares 364 (48,28%), Ecoporanga 58 (7,69%), e Nova Venécia 51 (6,76%). E o período de maior criticidade foram os meses de setembro a novembro, com 403 (53,17%) dos registros, conforme Figura 7 (a e b). Entre as duas formas de registro de incêndios e focos, foi possível identificar diferenças em alguns dos principais municípios castigados, bem como uma leve diferença dos meses de maior incidência.

Figura 7 – Gráficos elaborados conforme dados do INPE



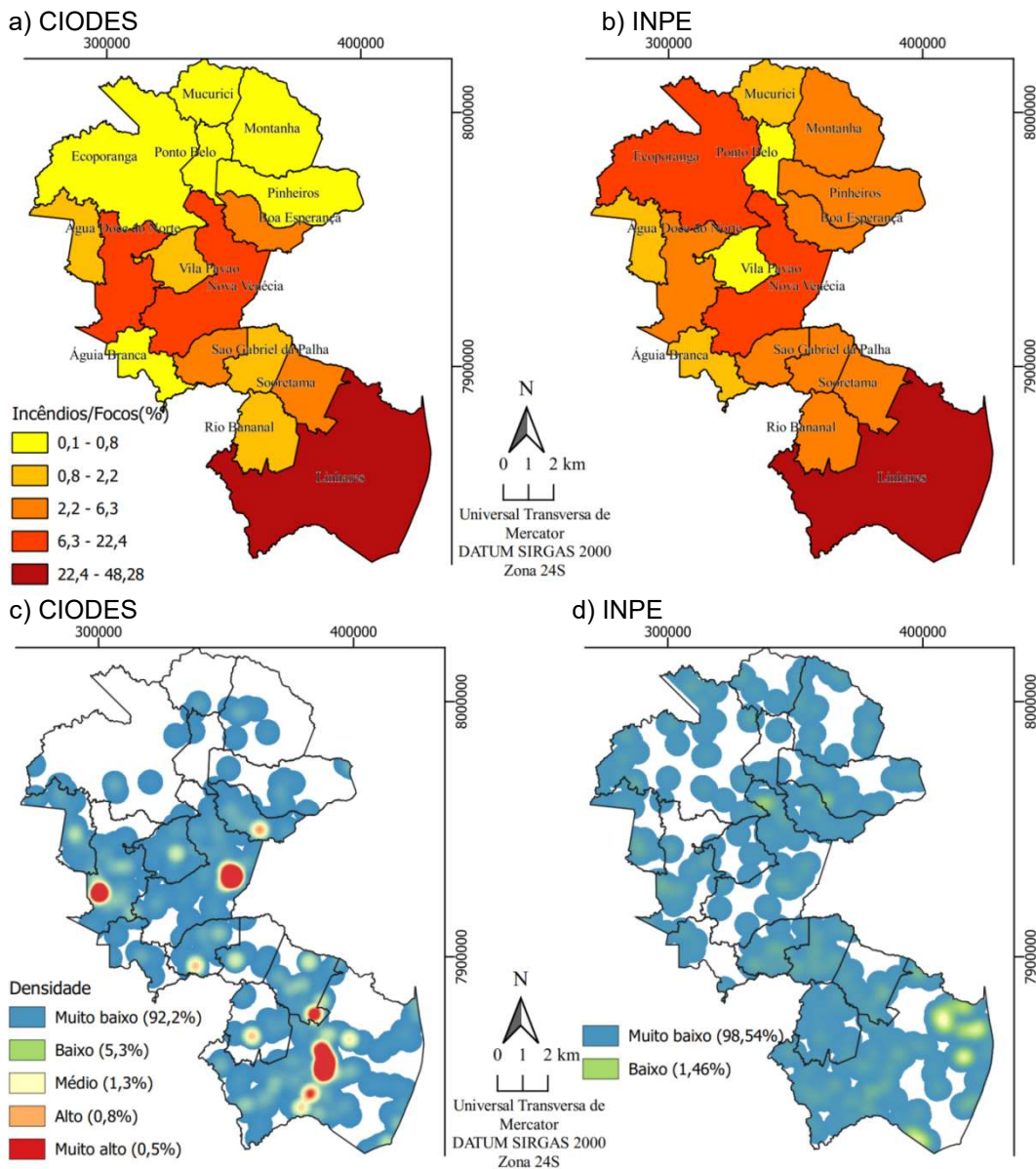
Fonte: Elaborado pelos autores(2024).

Legenda: a) Municípios mais impactados e b) atendimentos realizados por mês conforme dados do INPE

Observando as regiões mais castigadas e os períodos de maior demanda ao longo dos meses do ano, ações como as já realizadas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), com base no Decreto Estadual nº 1402/2004, de suspensão de queimas controlada entre março e outubro (Espírito Santo, 2004), precisam ser mantidas, aperfeiçoadas e fiscalizadas, assim como a criação de campanhas preventivas, reforço das equipes de escala emergencial de combate, com viaturas, equipamentos e recursos humanos, dentre outras, de forma planejada, buscando maior precisão nas respostas a tais desastres.

Em seguida, são apresentados na Figura 8 os mapas produzidos e utilizados nesta pesquisa, seguindo a metodologia descrita no capítulo anterior.

Figura 8 – Mapas de porcentagens e densidade de incêndios/focos de calor, conforme dados do CIODES e INPE



Fonte: Elaborado pelos autores(2024).

Legenda: Mapas temático e de calor de atendimentos CIODES (8a, 8c) e registros INPE (8b, 8d)

De maneira geral, nas Figuras 8a e 8b, é possível notar as diferenças entre municípios, em relação à coloração e seus percentuais de incêndios, por meio do mapa coroplético. Enquanto que, nas Figuras 8c e 8d, observamos áreas de maior ou menor concentração, utilizando dados georreferenciados das

ocorrências, considerando como raio de influência 5 km, e 100 de tamanho de pixel, por meio do software de SIG. Assim como no estudo de Eugenio *et al.* (2011), é possível observar que geotecnologias baseadas em SIG simplificam a obtenção de mapas de determinadas áreas, a serem monitoradas pelos órgãos responsáveis.

Pode-se notar também nas Figuras 8a e 8b que alguns municípios como Nova Venécia, Barra de São Francisco, Vilas Pavão e São Gabriel da Palha, bem como Linhares e Sooretama, possuem áreas de maior concentração/incidência de ocorrências próximas, possibilitando pensarem em trabalhar em parceria, com ações de auxílio mútuo em momentos críticos.

Dessa forma, as instituições responsáveis pela preservação ambiental e combate aos incêndios florestais terão informações e dados capazes de subsidiar planejamentos locais e de agirem em parceria com municípios vizinhos. Notou-se também maior número de atendimentos em regiões que possuíam em seu território quartéis de bombeiros militares, à época dos atendimentos e registros, sendo eles: Linhares, Nova Venécia e Barra de São Francisco, reforçando a importância dos quartéis nessas localidades.

No quadro 2 a seguir, estão descritas as classificações utilizadas nos mapas da Figura 8. Como se vê, foram elaboradas 5 (cinco) classes, detalhando os percentuais de representatividade de cada uma delas utilizadas nos mapas coroplético e kernel.

Quadro 2 – Classificações dos mapas

DADOS CIODES					
Coroplético (8a)			Kernel (8c)		
Classificação	Porcentagem (%)	Municípios	Classificação	Porcentagem (%)	Área (Km²)
Muito baixo	37,50	6	Muito baixo	92,20	8317,67
Baixo	25,00	4	Baixo	5,30	476,81
Médio	18,75	3	Médio	1,30	116,64
Alto	12,50	2	Alto	0,80	68,13
Muito alto	6,25	1	Muito alto	0,50	41,96
TOTAL	100	16	TOTAL	100	9021,21
REGISTROS INPE					
Coroplético (8b)			Kernel (8d)		
Classificação	Porcentagem (%)	Municípios	Classificação	Porcentagem (%)	Área (Km²)
Muito baixo	12,50	2	Muito baixo	98,54	11075,99
Baixo	18,75	3	Baixo	1,46	163,85
Médio	50,00	8	Médio	0	0
Alto	12,50	2	Alto	0	0
Muito alto	6,25	1	Muito alto	0	0
TOTAL	100	16	TOTAL	100	11239,84

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

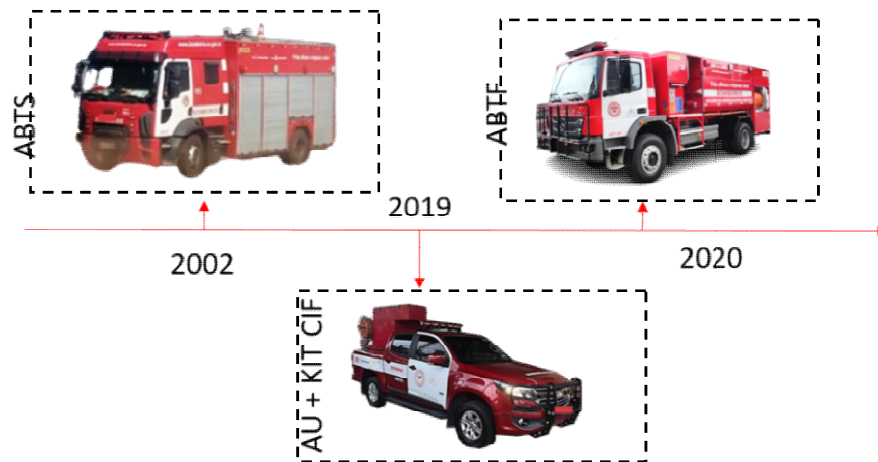
Até o momento poucos foram os estudos baseados em dados de atendimentos reais a incêndios florestais confirmados, trazendo para esta pesquisa maior precisão de informações e valor científico, por terem sido efetivamente validados no local dos atendimentos pelas equipes de resposta. Outras pesquisas também podem ser realizadas, a fim de comparar os registros entre fontes distintas, em busca de resultados que possam contribuir para uma gestão de recursos equilibrada e otimizada, conforme demandas específicas e possíveis períodos críticos. A pesquisa trouxe resultados de duas fontes distintas, de forma a oferecer ao leitor uma forma de comparação dos fenômenos por duas formas de registros.

4.1 VEÍCULOS DE COMBATE E EQUIPAMENTOS

Na próxima etapa, foram utilizadas descrições técnicas, especificações dos veículos e do kit de combate a incêndios florestais adquiridos pela Corporação e operadas pelas equipes ordinárias de emergência das unidades operacionais do CBMES.

Nas ações de resposta a tais desastres, historicamente, conforme verificamos na Figura 9, teve-se inicialmente a utilização do próprio atendimento ordinário a ocorrências, o Auto Bomba Tanque Salvamento (ABTS), viatura esta de caráter multifuncional, utilizada no atendimento às diversas naturezas de emergências que competem ao CBMES. Posteriormente, por questões operacionais e características dos terrenos no Estado, pensando em veículos específicos para essa finalidade, passou-se a se utilizar também caminhonetes Auto Utilitário (AU), equipadas com o kit florestal, dotadas de mangotinhos, fornecendo maior mobilidade às equipes. E mais recentemente, devido a fatores como o aumento da frequência dos incêndios florestais e maior necessidade de água nos combates, foram idealizados por profissionais do CBMES os caminhões Auto Bomba Tanque Florestal (ABTF), úteis tanto a ocorrências de incêndios florestais, quanto de incêndios urbanos, dotadas de mangueiras e mangotinhos para combate e grande reservatório de água, com capacidade 7.500 mil litros. Nesta pesquisa, decidiu-se pela abordagem aos veículos especializados na atividade desenvolvidos.

Figura 9 – Linha do tempo de viaturas empregadas no combate a incêndio florestal no ES.



Fonte: Elaborada pelos autores(2024).

4.1.1 Cálculo do peso dos veículos de combate a incêndios florestais

ABTS: Peso bruto total: 4.000 kg reservatório água + 12.000 kg chassi completo = 16.000 kg= 16 toneladas.

AU e Kit Florestal: Peso bruto total: 2.900 kg chassi completo + 1.100 kg kit CIF e reservatório água = 4.000 kg = 4 toneladas.

ABTF: Peso bruto total: 7.500 kg reservatório água + 17.000 kg chassi completo = 24.500 kg= 24,5 toneladas

4.1.2 Cálculo do peso de linhas de combate de alcance mínimo (100m)

ABTS: 163 kg – linha de 100m de mangueiras de 38mm (7 mangueiras de 15 metros).

AU + Kit Florestal: 9 kg – linha de 100m de mangotinho 3/8mm. Com 2 carreteis, pesa 18kg e alcance de 200m.

ABTF: 59,30 kg – linha de 150m de mangotinho 3/4mm. Com 2 carreteis, pesa 118,6 kg e alcance de 300m.

4.1.3 Cálculo do consumo de água

ABTS: Nas mangueiras, tem-se como vazão:30 gpm= 112,5 lpm, considerando-se como vazão mínima para um combate adequado e economia de água.

AU + Kit CIF e ABTF: Pressão e vazão fixas, consumindo, portanto 52 lpm.

4.1.4 Cálculo do número de operadores necessários

ABTS: Nas linhas de mangueiras, exigem-se no mínimo 3 militares, sendo 1 deles fixo operando a bomba de incêndio (por exigir operações frequentes) e outros 2 manuseando as mangueiras.

AU+Kit Florestal: 01 operador é capaz de manuseá-lo, pois a vazão e pressão são constantes e a linha de 100 metros pesa cerca de 9kg, facilmente transportada.

ABTF: Necessita de 2 operadores, sendo um posicionado junto ao caminhão, enquanto outro providencia o combate ao incêndio.

4.1.5 Relação entre mangotinhos 3/8, 3/4 mangueiras de 38mm

Peso dos mangotinhos

Dados:

- Diâmetro 3/8 pol. Assim, a cada 100m, tem-se peso 9,217 kg.
- Diâmetro 3/4 pol. Portanto, a cada 100m, tem-se peso 39,53 kg.

Peso de mangueira de 38mm por metro

Dados:

- Diâmetro 38 mm. Daí, a cada 100m (com 7 mangueiras de 15 metros), o peso total é de 163kg.

Conforme metodologia descrita acima, temos resumidamente a Tabela 1.

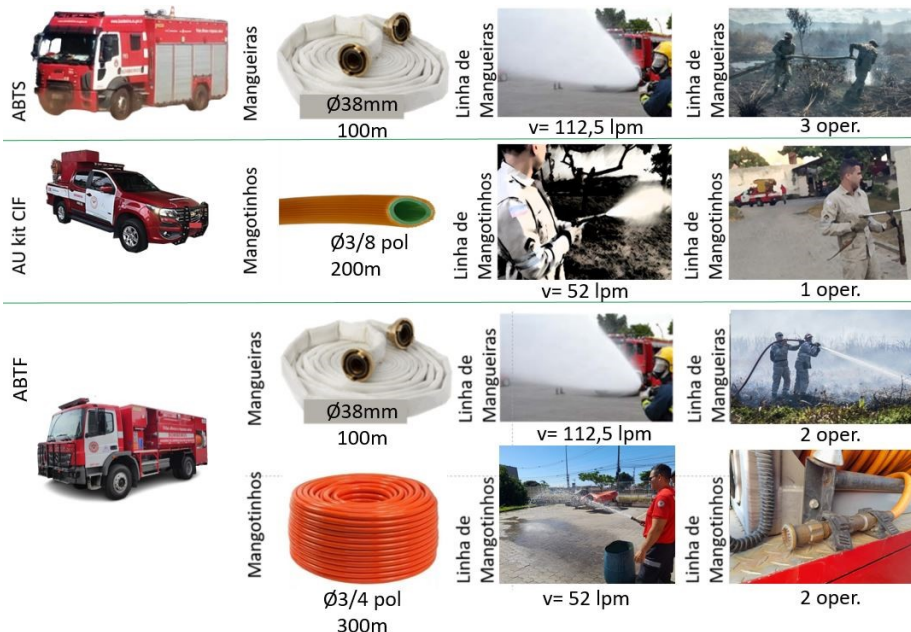
Tabela 1 - Dados obtidos das viaturas utilizadas nas ações de combate a incêndio florestal.

Parâmetro	ABTS	AU + Kit	ABTF
1 Peso (ton)	16	4	24,5
2 Alcance (m)	100	200	300
3 Peso da linha (kg)	163	18	118,6
4 Consumo de água (lpm)	112,5	52	52
5 Operadores (n°)	3	1	2

Fonte: Elaborado pelos autores(2024).

Em síntese, temos os resultados representados na Figura 10, contendo o tipo de viatura, o tipo de mangueira/mangotinho, sua vazão e a quantidade de operadores:

Figura10 – Ilustração das características das viaturas utilizadas pelo CBME em combate a incêndios florestais.



Fonte: Elaborado pelos autores(2024).

Assim, a viatura caminhonete AU equipada com o kit de Combate a Incêndio Florestal (CIF), em função da relevância do uso de veículos de menor peso para ocorrências de incêndios florestais (Neves; Fiedler; Canzian, 2021), mostrou-se mais adaptado a terrenos acidentados e menos resistentes, possuindo apenas 4 toneladas (25% do ABTS e 16,3% do ABTF). Quanto à maneabilidade, os mangotinhos do AU + kit florestal mostraram-se mais leves (5% do peso de mangueiras do ABTS e 23,31% de mangotinhos do ABTF), com 9 kg/100 m, por oferecerem maior mobilidade e menor peso para os usuários. Quanto ao alcance mínimo de combate, mostraram-se também mais vantajosos num primeiro momento, atingindo o dobro de alcance (100%), sem prejuízo de pressão e vazão suficientes para um combate a incêndio florestal adequado.

Em relação à viatura ABTF, os mangotinhos mostraram-se interessantes também, pois alcançam distância 3 vezes superior, porém o peso é um fator complicador para a mobilidade da linha. Para linhas de mangueiras de 38mm, de

cumprimento superior a 100 m, mostram-se muito dispendiosas, pois exigem a conexão de no mínimo 7 mangueiras de 15m, com peso total de 163 kg, com menor flexibilidade e resistência ao arraste; quanto ao consumo d'água, os mangotinhos mostraram-se mais econômicos, utilizando cerca de 52 l/min (46%), característica muito importante, em face da escassez de água e sustentabilidade nas operações; por fim, quanto ao número de operadores, pode-se operar o AU com apenas 01 (33%), otimizando recursos humanos e disponibilizando operadores para outras ações, enquanto no ABTF necessitam-se de 02 (66%), e no ABTS 03 operadores. Além disso, destaca-se a versatilidade de remoção do sistema do kit de CIF do veículo AU, para emprego em outras operações, se necessário for.

É válido frisar que para o uso do ABTS e do ABTF, além das características já mencionadas, exige-se motorista com habilitação específica, maior tempo e cautela em deslocamentos devido às suas dimensões e peso, além de pouca acessibilidade em terrenos acidentados. Todavia, em incêndios florestais de grandes extensões todos os recursos disponíveis são muito importantes para preservação do meio ambiente, principalmente os de maior capacidade de transporte de água.

De maneira geral, o AU com o kit de CIF mostrou-se bastante vantajoso, bem como adaptado a atividades em múltiplos cenários (urbano ou rural), contudo, em situações emergenciais de maior porte, a disponibilidade de água em combate a incêndios é muito relevante, pois ainda é o principal agente extintor utilizado no mundo, de menor custo e com alta capacidade de absorção de calor dos incêndios, destacando a importância de todas as viaturas disponíveis no momento na Corporação para o controle de incêndios florestais.

Sugere-se a elaboração de estudos semelhantes sobre viaturas e equipamentos de forma a ratificar o compromisso dos órgãos competentes em oferecer inovações e maior eficiência de seus serviços, na busca constante pela excelência, especialmente na área de combate a incêndio florestal, que

geralmente requer altos investimentos financeiros para enfrentamento a tais desastres.

Por meio de estudos como esse, permite-se o melhor posicionamento de todos os recursos disponíveis, otimização dos trabalhos, promovendo o remanejamento de veículos, pessoal e economia no emprego de recursos financeiros a áreas mais castigadas, de acordo com os resultados obtidos nos diagnósticos realizados e descrição detalhada das valências de seus recursos operacionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa forneceram informações relevantes para a análise da dinâmica dos incêndios florestais na área de atuação do 2º BBM, para subsidiar estratégias de ações de respostas a tais desastres cada vez mais frequentes no Estado. De maneira geral, os atendimentos se deram destacadamente em dois períodos: entre os meses de agosto a outubro (dados do CIODES), e setembro a novembro (INPE), dos anos de 2015 a 2019. Geograficamente, comportaram-se de forma heterogênea na área de estudo, sendo possível identificar as áreas mais castigadas e de maior número de registros de incêndios, com os mapas e gráficos. Quanto aos veículos e equipamentos apresentados, foi possível evidenciar os avanços implementados e valências de cada um deles em atividade: o caminhão ABTS, a caminhonete AU equipada com o kit de CIF, e o mais recente ABTF. Sugerem-se novas pesquisas a partir desta, como a análise das diferenças encontradas entre as fontes de dados, outras características dos veículos, entre outras.

Este estudo representou bem os esforços empreendidos pelos profissionais da Corporação, buscando inovar na área em tela, e fazer frente aos períodos críticos de maior incidência de incêndios florestais no Estado. Esta pesquisa

possui também como característica a possibilidade de aplicação a outras Corporações e áreas de estudo, mostrando-se como ferramenta de otimização dos recursos disponíveis na gestão operacional dos combates a incêndios florestais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. M. **Análise de densidade de eventos pontuais utilizando o QGIS – Parte 1**. Disponível em: <https://rodolfoalmeida.net/2020/05/29/analise-de-densidade-de-eventos-pontuais-utilizando-o-qgis-parte-i/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. e C. de; LIMA, A. de; SHIMABUKURO, Y. E. Detecção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de vegetação utilizando dados multitemporais do sensor MODIS/TERRA no estado do Mato Grosso, Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 4, p. 445–456, dez. 2005.

BAO, S.; XIAO, N.; LAI, Z.; ZHANG, H.; KIM, C. Optimizing watchtower locations for forest fire monitoring using location models. **Fire Safety Journal**, v. 71, p. 100–109, jan. 2015.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Presidência da República. [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 28 jan. 2020.

BRUN, C.; ARTES, T.; CENCERRADO, A.; MARGALEF, T.; CORTÉS, A. A High Performance Computing Framework for Continental-Scale Forest Fire Spread Prediction. **Procedia Computer Science**, v. 108, p. 1712–1721, 2017.

CANZIAN, W. P.; FIEDLER, N. C.; BRINATE, I. B.; JUVANHOL, R. S.; BIGHI, K. N. Diferentes Concentrações de Retardante de Fogo em Plantios de Eucalipto. **Nativa**, v. 4, n. 4, p. 195–198, 31 ago. 2016.

CANZIAN, W. P.; FIEDLER, N. C.; LOUREIRO, E. B.; BERUDE, L. C. Eficiência do uso da água em métodos de combate a incêndios em florestas plantadas. **Nativa**, v. 6, n. 3, p. 309, 22 maio 2018.

CBMES - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **UNIDADES**. Disponível em: <https://cb.es.gov.br/unidades>. Acesso em: 12 abr. 2020.

CIPRIANI, H. N.; PEREIRA, J. A. A.; SILVA, R. A.; FREITAS, S. G. de; OLIVEIRA, L. T. de. Fire risk map for the Serra de São Domingos Municipal Park, Poços de Caldas, MG. **CERNE**, v. 17, n. 1, p. 77–83, mar. 2011.

CTIF - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FIRE AND RESCUE SERVICES. **Center of fire statistics. World fire statistics**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report22_world_fire_statistics_2017.pdf.

ESPIRITO SANTO. **Constituição Estadual do Espírito Santo**. Disponível em: http://www.al.es.gov.br/appdata/anexos_internet/downloads/c_est.pdf. Acesso em: 28 jan. 2020.

ESPIRITO SANTO. Decreto^o 1.402-R, de 07 dedezembrode 2004. Suspende a autorização de queima controlada no período compreendido entre 1^o de maio e 31 de outubro. 2004. Disponível em:<https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/GELCOF/Decreto%20estadual%20n%C2%BA%201402R,%20de%2007%20de%20de zembro%20de%202004.pdf>.

EUGENIO, F. C.; DOS SANTOS, A. R.; FIEDLER, N. C.; RIBEIRO, G. A.; DA SILVA, A. G.; DOS SANTOS, Á. B.; PANETO, G. G.; SCHETTINO, V. R. Applying GIS to develop a model for forest fire risk: A case study in Espírito Santo, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 173, p. 65–71, maio 2016a.

EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R. dos; FIEDLER, N. C.; RIBEIRO, G. A.; DA SILVA, A. G.; JUVANHOL, R. S.; SCHETTINO, V. R.; MARCATTI, G. E.; DOMINGUES, G. F.; SANTOS, G. M. A. D. A. dos; PEZZOPANE, J. E. M.; PEDRA, B. D.; BANHOS, A.; MARTINS, L. D. GIS applied to location of fires detection towers in domain area of tropical forest. **Science of the Total Environment**, v. 562, p. 542–549, 2016b.

EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R. dos; LOUZADA, F. L. R. de O.; PIMENTEL, L. B.; MOULIN, J. V. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **CERNE**, v. 17, n. 4, p. 563–571, dez. 2011.

FIEDLER, N. C.; CANZIAN, W. P.; MAFIA, R. G.; RIBEIRO, G. A.; KRAUSE JUNIOR, J. Intensidade de queima de diferentes retardantes de fogo. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 691–696, ago. 2015.

FIEDLER, N. C.; LACERDA, G. R.; RAMALHO, A. H. C.; CHRISTO BERUDE, L.; NEVES, F. P.; RODRIGUES, C. K. Firefighting combat with fire retardants at different concentrations. **FLORESTA**, v. 50, n. 1, p. 1107, 20 dez. 2019.

FIEDLER, N. C.; RODRIGUES, T. O.; MEDEIROS, M. B. de. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal: estudo de caso. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 55–63, fev. 2006.

FONSECA, E. M.; RIBEIRO, G. A. **Manual de Prevenção de Incêndios Florestais**. Belo Horizonte: CEMIG, 2003.

GOBBO, S. D. A.; GARCIA, R. F.; AMARAL, A. A. do; EUGENIO, F. C.; ALVAREZ, C. R. da S.; LAPORTI LUPPI, A. S. Uso da Terra no Entorno do PARNA-Caparaó: Preocupação com Incêndios Florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 350–361, 24 maio 2016.

GUIMARÃES, P. P.; SOUZA, S. M. de; FIEDLER, N. C.; SILVA, A. G. da. Análise dos impactos ambientais de um incêndio florestal. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 1, p. 38, 2014.

HERAWATI, H.; SANTOSO, H. Tropical forest susceptibility to and risk of fire under changing climate: A review of fire nature, policy and institutions in Indonesia. **Forest Policy and Economics**, v. 13, n. 4, p. 227–233, abr. 2011.

KELLY, L. T.; BROTONS, L. Using fire to promote biodiversity. **Science**, v. 355, n. 6331, p. 1264–1265, 24 mar. 2017. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aam7672>.

LEMOS, A. F. de; JUNIOR, E. E.; BEZERRA, F. W. B.; ZALUAR, H. L. T.; DAU, J. Z. R.; FARIA, L. de P.; MOTTA, M. S.; WILLMERSDORF, O. R. **Manual para formação de brigadistas de prevenção e combate aos incêndios florestais**. ICMBio- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.2010.

LORENZON, ALEXANDRE SIMÕES; BRIANEZI, DANIEL; VALDERATO, ERLON BARBOSA; MARTINS, M. C. **Incêndio Florestal: princípios, manejo e impactos - UFV**. [s.l: s.n.]342 p.

LORENZON, A. S.; RIBEIRO, C. A. A. S.; DOS SANTOS, A. R.; DE CASTRO, N. L. M.; MARCATTI, G. E.; DOMINGUES, G. F.; TEIXEIRA, T. R.; SILVA, E.; SOARES, V. P.; MENEZES, S. J. M. da C. de; DE ALMEIDA TELLES, L. A.; MOTA, P. H. S. A new methodology for royalties distribution of the Itaipu

hydroelectric plant: The hydrographic basin as the unit of analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 217, p. 710–717, jul. 2018.

MAINARDES, E. W.; CERQUEIRA, A. dos S.; VASSOLER, H. Simplification and Digitalization Practices on Fire Inspection Service: Case Study in a State Fire Department in Brazil. *In*: [s.l.] **Springer International Publishing**, 2016. p. 203–215.

MARQUES, S.; BORGES, J. G.; GARCIA-GONZALO, J.; MOREIRA, F.; CARREIRAS, J. M. B.; OLIVEIRA, M. M.; CANTARINHA, A.; BOTEQUIM, B.; PEREIRA, J. M. C. Characterization of wildfires in Portugal. **European Journal of Forest Research**, v. 130, n. 5, p. 775–784, 15 set. 2011.

MOTA, P. H. S.; ROCHA, S. J. S. S. da; CASTRO, N. L. M. de; MARCATTI, G. E.; FRANÇA, L. C. de J.; SCHETTINI, B. L. S.; VILLANOVA, P. H.; SANTOS, H. T. dos; DOS SANTOS, A. R. Forest fire hazard zoning in Mato Grosso State, Brazil. **Land Use Policy**, v. 88, p. 104206, nov. 2019.

NEVES, F. P. das. **Diagnóstico e predição de incêndios florestais com o uso de redes neurais artificiais**. 2022. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, 2022. Disponível em: https://sappg.ufes.br/tese_drupal//tese_16007_Tese_Final_Felipe_Neves_202220220427-155454.pdf. Acesso em: 01 set. 2023.

NEVES, F. P. das; FIEDLER, N. C.; CANZIAN, W. P. Análise histórica da frequência de ocorrência de incêndios florestais no município de Linhares, Espírito Santo. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 17, n. 1, p. 43, 19 jul. 2021.

NEVES, F. P. das; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R. Dos; SILVA, E. C. G. Da; CANZIAN, W. P. Incêndios florestais: Educação ambiental em prol da prevenção. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 17, 2021.

OLIVEIRA, A. M.; BRITO, C. A. O.; OLIVEIRA, L. N. A. Análise da distribuição espacial urbana das unidades de saúde da família e unidade básica de saúde em feira de Santana. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 8534–8543, 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; SOUSA, G. de; NUNES, M.; FERNANDES, M.; TOMZHINSKI, G. Relação Entre o Standardized Precipitation Index (SPI) e os Relatórios de Ocorrência de Incêndios (ROI) no Parque Nacional do Itatiaia. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

PEREIRA, A. A.; PEREIRA, J. A. A.; MORELLI, F.; BARROS, D. A.; ACERBI JR., F. W.; SCOLFORO, J. R. S. Validação de focos de calor utilizados no monitoramento orbital de queimadas por meio de imagens TM. **CERNE**, v. 18, n. 2, p. 335–343, jun. 2012.

PERUZZI, G.; POZZEBON, A.; VAN DER MEER, M. Fight Fire with Fire: Detecting Forest Fires with Embedded Machine Learning Models Dealing with Audio and Images on Low Power IoT Devices. **Sensors**, v. 23, n. 2, p. 783, 10 jan. 2023.

PYNE, S. J. From Pleistocene to Pyrocene: Fire Replaces Ice. **Earth's Future**, v. 8, n. 11, 28 nov. 2020. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2020EF001722>.

RIBEIRO, L.; SOARES, R. V.; BEPLER, M. Mapeamento do risco de incêndios florestais no município de Novo Mundo, Mato Grosso, Brasil. **CERNE**, v. 18, n. 1, p. 117–126, mar. 2012.

RODRÍGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; BECERRA, L. W. M. Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de monte alegre, brasil, e de pinar del río, Cuba. **Floresta**, v. 43, n. 2, p. 231–240, 2013.

SANT'ANNA, C. M.; FIEDLER, N. C.; MINETTE, L. J. **Controle de incêndios florestais**. Alegre-ES: Os Editores, 2007. 152 p.

SILVA, E. C. G.; FIEDLER, N. C.; JUVANHOL, R. S.; SILVA, G. M. A.; NEVES, F. P. Análise temporal da ocorrência de incêndios florestais nas Américas e região do Caribe. **Nativa**, v. 6, n. 5, p. 491, 4 set. 2018.

SLUTER, C. R.; IESCHECK, A. LOPES; BRAVO, J. V. M. **Capítulo 3 Mapas Coropléticos**. Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2011/10/Mapas-Coropléticos-v1.pdf>. Acesso em: 1 out. 2018.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais**. Curitiba: Departamento de Ciências Florestais, 2008. 60 p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba: Departamento de Ciências Florestais, 2017. 255 p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais controle, efeitos e uso do fogo**. 1. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007. 264 p.

TEBALDI, A. L. C.; FIEDLER, N. C.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. **Controle de incêndios florestais: contribuições para o corredor central da Mata**

Atlântica. [s.l: s.n.]155 p.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Forest fire risk zone mapping for Irati National Forest, State of Parana, Brazil [Zoneamento de risco de incêndios florestais para a Floresta Nacional de Irati, Estado do Paraná Brasil]. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 40, n. 94, p. 259–265, 2012.

TETTO, A. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; WENDLING, W. T. Incêndios florestais atendidos pela Klabin do Paraná no período de 1965 a 2009. **CERNE**, v. 21, n. 3, p. 345–351, set. 2015.

TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; COSTA, A. D. G.; FÉLIX, G. D. A.; SILVA JÚNIOR, M. R. da. Perfil dos incêndios florestais em Unidades de Conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **FLORESTA**, v. 46, n. 4, p. 531, 2 jan. 2017a.

TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; MARTINS, S. V.; VALVERDE, S. R. Analysis of efficiency of fire danger indices in forest fire prediction. **Revista Árvore**, v. 41, n. 2, 26 jun. 2017b.

VÉLEZ, R. M. **La defensa contra incêndios forestales – fundamentos y experiencias**. Madri: McGraw-Hill, 2000.

WHITE, B. L. A.; WHITE, L. A. S.; RIBEIRO, G. T.; SOUZA, R. M. Eficiência de modelos de previsão do comportamento do fogo em plantações comerciais de eucalipto no Brasil. **Cerne**, v. 22, n. 4, p. 389–396, dez. 2016.